

Tema 1. Enrutamiento

Administración de Redes

Índice: Tema 1. Enrutamiento

1.1 Conceptos Básicos

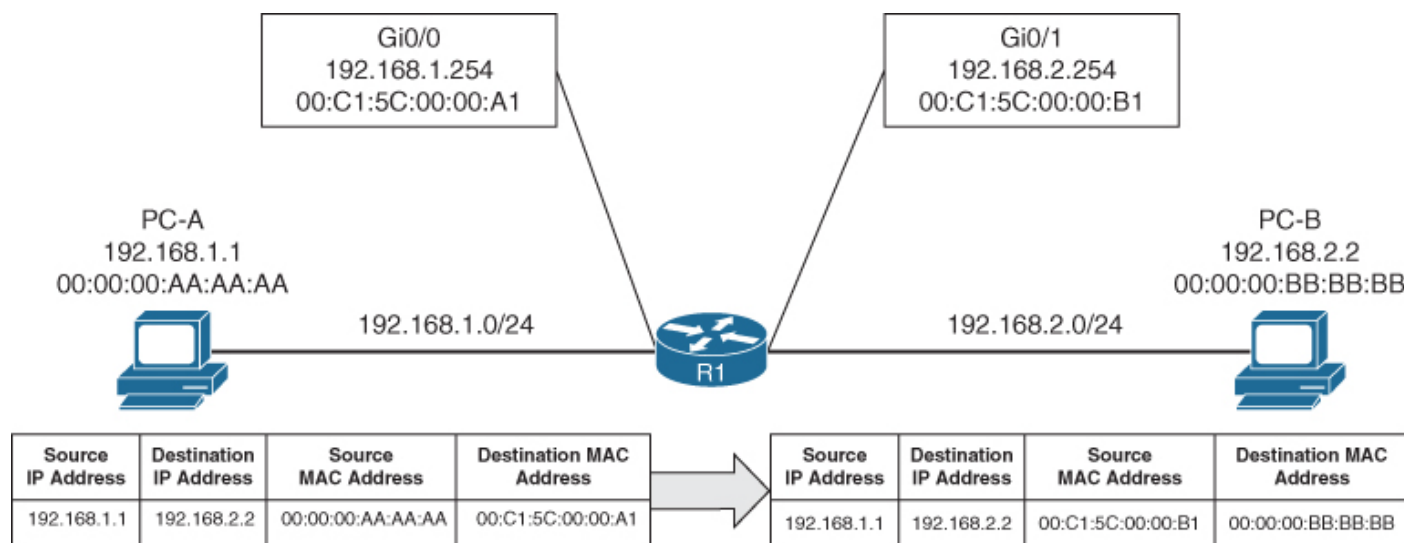
1.2 Protocolos de Enrutamiento Vector-Distancia

1.3 Protocolos de Enrutamiento Estado-Enlace: OSPF

1.1 Conceptos Básicos

1-Enrutamiento

- El envío de paquetes IP entre dispositivos que pertenecen a redes diferentes es realizado mediante un *router*:
 - Todo dispositivo en una red IP sobre Ethernet determina previamente si el destino está en la misma red o en otra
 - Si está en la misma red, resuelve la MAC del destino y envía el paquete misma máscara = misma red
 - Si está en otra red, resuelve la MAC de la puerta de enlace y le envía la trama



Cuando el destino está fuera de la red local, el paquete IP se encapsula en una trama Ethernet cuyo destino es la MAC de la puerta de enlace (gateway).

2- Selección de la Ruta

(cuando está en otra red -> en la misma red NO se aplica enrutamiento)

- El router identifica el camino de un paquete usando la información sobre los **prefijos de red** y sus correspondientes **longitudes de prefijo** almacenados en la **tabla de enrutamiento**
- Conceptos clave:
 - **Prefijo**: es la parte de la dirección IP que tienen en común todos los dispositivos que pertenecen al mismo dominio de *broadcast* (parte de **red** y **subred** de la IP)
 - **Longitud de prefijo o máscara de subred**: es el número de bits que están a 1 en la máscara de subred
 - Indica el número de bits que tienen que coincidir (como mínimo) entre la IP de destino del paquete a enrutar y el prefijo correspondiente
 - **Distancia administrativa**: es la ratio de confianza sobre el origen de información de enrutamiento
 - Si un *router* aprende una misma ruta (misma subred y máscara) desde más de un origen, elige la que mejor distancia administrativa tiene para introducirla en la tabla de enrutamiento -> cuanto menor el número, MÁS CONFIABLE
 - **Métrica**: es la unidad de medida utilizada por un protocolo de enrutamiento para calcular el mejor camino libre de bucles. Son diferentes en cada protocolo de enrutamiento

3- Información de Enrutamiento

- Información de la tabla de enrutamiento
 - **Método de aprendizaje:**
 - L (locales), C (directamente conectadas), S (estáticas), R (RIP),...
 - **Prefijo/longitud de prefijo** (red/subred):
 - Define los rangos de direcciones IP de destino a enrutar
 - **Interfaz de salida:**
 - Nombre de la interfaz directamente conectada
 - **Siguiente salto:**
 - IP de la interfaz del siguiente router
 - **Distancia administrativa:**
 - Valor, entre 0 y 255, asociado a cada método de aprendizaje de rutas
 - Se prefieren los valores inferiores
 - Redes directamente conectadas = 0
 - Rutas estáticas = 1 (por defecto)
 - Rutas aprendidas por RIP = 120
 - ...

Información de Enrutamiento

- Información de la tabla de enrutamiento: ejemplo PARA EL ROUTER 2

-G0/0

Ruta por defecto: 0.0.0.0 via 192.0.2.2

C: 192.0.2.0/24 , se conecta a toda la red esa en G0/0

L: 192.0.2.1 la propia ip del router en esa red

-G0/1:

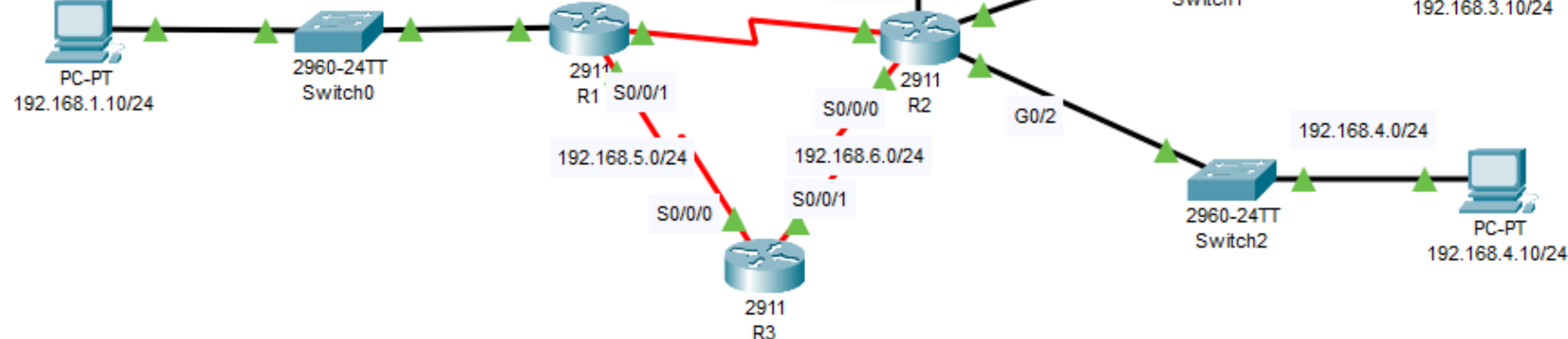
C: 192.168.3.0/24 y 192.168.4.0/24

L 192.168.3.1 y 192.168.4.1 la propia ip del router en esa interfaz

-Ruta hacia 192.168.5.0 mediante 192.168.6.2

RIP:

192.168.1.0/24



Información de Enrutamiento

- Información de la tabla de enrutamiento: ejemplo

```
R2#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       <omitted>

Gateway of last resort is 192.0.2.2 to network 0.0.0.0
    192.0.2.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.0.2.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       192.0.2.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
R    192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, 00:00:27, Serial0/0/1
    192.168.2.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
L       192.168.2.2/32 is directly connected, Serial0/0/1
    192.168.3.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.3.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       192.168.3.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
    192.168.4.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.4.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       192.168.4.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
R    192.168.5.0/24 [120/1] via 192.168.6.2, 00:00:04, Serial0/0/0
                        [120/1] via 192.168.2.1, 00:00:27, Serial0/0/1
    192.168.6.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.6.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
L       192.168.6.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 192.0.2.2
```


La importancia de la longitud de prefijo

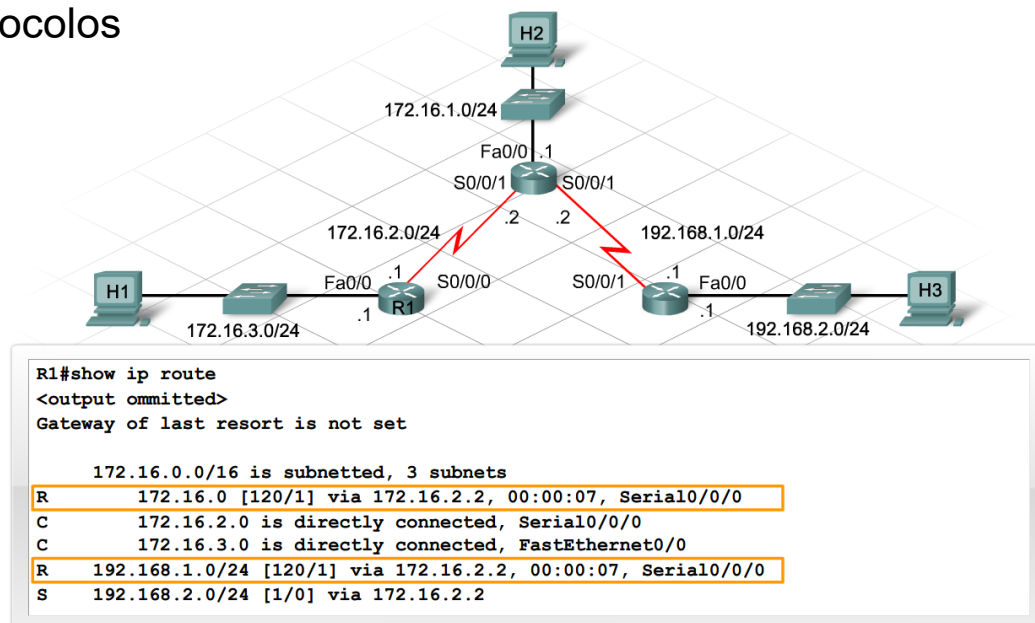
- Asumimos que un *router* tiene las siguientes entradas en su tabla de enrutamiento: 10.0.3.0/28, 10.0.3.0/26 y 10.0.3.0/24
- Cada una de estas rutas (prefijos) tiene una longitud diferente (máscara de subred) → Rutas diferentes → Diferentes rangos de red → Todas se instalan en la tabla de enrutamiento

Prefijo	Rango de IPs	Siguiente Salto	Interfaz de Salida
10.0.3.0/28	10.0.3.0–10.0.3.15	10.1.1.1	Gigabit Ethernet 1/1
10.0.3.0/26	10.0.3.0–10.0.3.63	10.2.2.2	Gigabit Ethernet 2/2
10.0.3.0/24	10.0.3.0–10.0.3.255	10.3.3.3	Gigabit Ethernet 3/3

- Si un paquete tiene que ser enrutado, el router elegirá la entrada dependiendo de la longitud de prefijo
 - Un paquete dirigido a 10.0.3.10 → G1/1
 - Un paquete dirigido a 10.0.3.50 → G2/2
 - Un paquete dirigido a 10.0.3.200 → G3/3

4- Distancia Administrativa

- Orígenes de la información de enrutamiento
 - Rutas conectadas directamente
 - Rutas estáticas:
 - Configuradas manualmente por el administrador
 - Rutas dinámicas
 - Aprendidas mediante protocolos de enrutamiento



Distancia Administrativa

- Cada protocolo de enrutamiento recibe actualizaciones y otra información e enrutamiento
 - Elige el mejor camino
 - Intenta instalarlo en la RIB
- Si hay varios protocolos de enrutamiento intentando introducir información en la RIB, cada protocolo presenta su mejor ruta a la tabla de enrutamiento, que elegirá aquella con menor distancia administrativa
- RIB acepta o rechaza la ruta en base a:
 - Si la ruta no existe en la RIB, se acepta
 - Si la ruta existe en la RIB, se compara la distancia administrativa
 - Se prefieren las rutas con DA más baja

Routing Protocol	Default Administrative Distance
Command	0
Static	1
EIGRP summary route	5
External BGP (eBGP)	20
EIGRP (internal)	90
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EIGRP (external)	170
Internal BGP (iBGP)	200

Distancia Administrativa

- Cada uno de estos tres protocolos intenta instalar la ruta 10.3.3.0/24 en la tabla de enrutamiento. Se trata del mismo prefijo y la misma longitud de prefijo, con lo que se debe examinar la DA para determinar que ruta se debe insertar en al RIB
 - Se prefiere la menor distancia administrativa
 - En este caso se preferirá la ruta aportada por EIGRP

Routing Protocol	AD	Network	Installs in the RIB
EIGRP	90	10.3.3.0/24	✓
OSPF	110	10.3.3.0/24	X
IS-IS	115	10.3.3.0/24	X

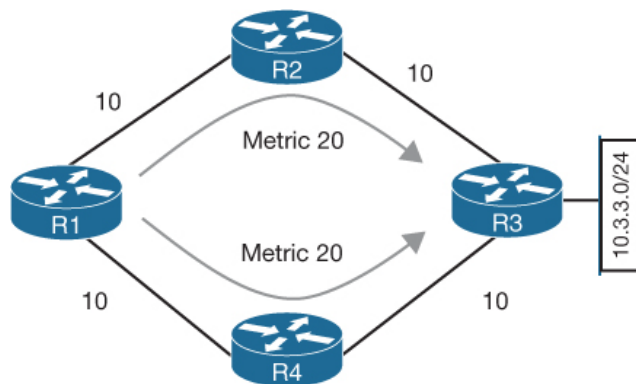
- Si un protocolo de enrutamiento falla al instalar sus rutas en la tabla (en este ejemplo, OSPF e IS-IS) mantienen la ruta y se la proporcionan al *router* en el caso de que la de EIGRP falle
- Entender el orden de procesamiento desde un *router* es crítico

5-Métrica

- Una **métrica** es un **valor medible** que el protocolo de **enrutamiento asigna a distintas rutas según la facilidad para alcanzarlas**
 - Se utiliza para determinar el “coste” total de una ruta de origen a destino
 - Los protocolos de enrutamiento determinan la mejor ruta en base al coste o métrica más bajos
 - Cada protocolo de enrutamiento usa su propia métrica.
- Las métricas utilizadas en los protocolos de enrutamiento IP incluyen:
 - Número de Saltos
 - Ancho de Banda
 - Carga
 - Retardo
 - Confiabilidad
 - Coste
 - ...

Métrica – Balanceo por Rutas Iguales

- La lógica para seleccionar el mejor camino para un protocolo de enrutamiento puede variar.
- Además, si un protocolo de enrutamiento identifica múltiples caminos como los mejores a un destino y soporta múltiples entradas, el *router* instala el máximo número de rutas permitidas a un destino.
- Esto se conoce como ***Equal Cost MultiPath*** y proporciona balanceo de carga entre enlaces.
- Todos los protocolos de enrutamiento dan soporte a ECMP



Example 6-1 R1's Routing Table, Showing the ECMP Paths to 10.3.3.0/24

```

R1# show ip route
! Output omitted for brevity
O    10.3.3.0/24 [110/30] via 10.12.1.2, 00:49:12, GigabitEthernet0/2
                        [110/30] via 10.14.1.4, 00:49:51, GigabitEthernet0/4
  
```

6-Enrutamiento Estático

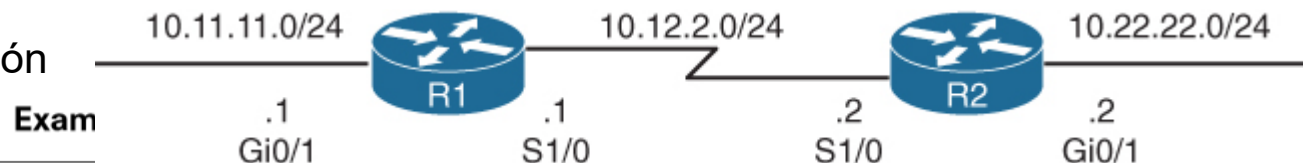
- El uso de enrutamiento estático requiere **no requiere consumo de ancho de banda** debido a que las entradas manuales no requieren comunicación con otros routers
- Debido a esto, las tablas de enrutamiento no se adaptan a los cambios de topología de la red
 - Si un enlace se cae, solamente son conscientes de ellos los dispositivos directamente conectados a dicho enlace. El resto de routers ignorarán esta circunstancia
- **Son más estables y seguras**, por lo que se utilizan en casos como los routers de frontera
 - Además, **no generan actualizaciones** que puedan ser interceptadas para obtener información de la red.
- Si la interfaz de salida está desactivada o la dirección IP de siguiente salto no es alcanzable, la ruta estática no aparece en la tabla de enrutamiento
- El uso de rutas estáticas se recomienda cuando:
 - Existen limitaciones de CPU o ancho de banda
 - Es necesario sobrescribir rutas generadas dinámicamente
 - Si no existen rutas alternativas (*stub networks*)

Rutas Estáticas Directamente Conectadas

- Se conocen como rutas estáticas directamente conectadas las rutas estáticas que usa solamente la interfaz de salida en la configuración (no se indica IP de siguiente salto)
- La interfaz de salida debe estar *up* para introducir esta ruta estática en la tabla de enrutamiento
- Esta aproximación tiene algunas consideraciones especiales:
 - No se recomienda en redes multiacceso, como Ethernet, debido a que ARP no funciona adecuadamente. El *router* debe realizar peticiones ARP cada vez que se enrute un paquete a través dicha interfaz
 - Sin embargo, en las interfaces serie no se usa ARP, de modo que las rutas estáticas pueden apuntar directamente a la interfaz de salida sin problemas derivados.
- El comando de configuración es
ip route *network subnet-mask output-interface*

Rutas Estáticas Directamente Conectadas

- Ejemplo de configuración



Exam

R1# **configure term**

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

R1(config)# **ip route 10.22.22.0 255.255.255.0 Serial 1/0**

R2# **configure term**

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

R2(config)# **ip route 10.11.11.0 255.255.255.0 Serial 1/0**

Example 6-5 R1 and R2 Routing

R1# **show ip route**

! Output omitted for brevity

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks

C 10.11.11.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1

C 10.12.2.0/24 is directly connected, Serial1/0

S 10.22.22.0/24 is directly connected, Serial1/0

R2# **show ip route**

! Output omitted for brevity

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks

S 10.11.11.0/24 is directly connected, Serial1/0

C 10.12.2.0/24 is directly connected, Serial1/0

C 10.22.22.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1

Rutas Estáticas Recursivas

- El motor de envío de los dispositivos Cisco necesita saber cuál es la interfaz de salida para enrutar el paquete
- Esto implica que, si solamente se indica la IP de siguiente salto en una ruta estática debería realizarse una búsqueda recursiva en la tabla de enrutamiento, lo que penaliza el rendimiento
 - La ruta solamente se introduce en la tabla de enrutamiento si la IP del siguiente salto es alcanzable por una ruta diferente a la ruta por defecto
- Sintaxis: **ip route** *network subnet-mask next-hop-ip*
- Ejemplo:

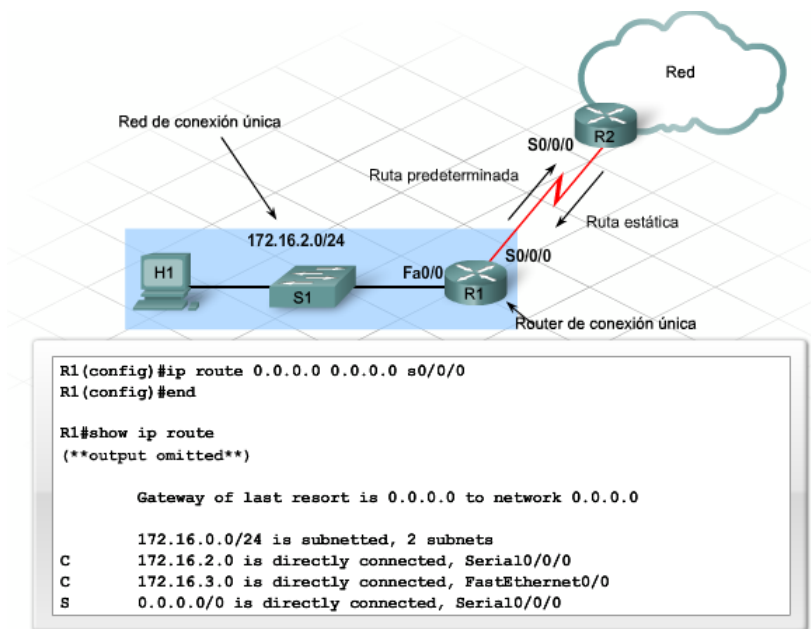
Example 6-6 *Configuring Recursive Static Routes*

```
R1# configure term  
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.  
R1(config)# ip route 10.22.22.0 255.255.255.0 10.12.1.2
```

```
R2# configure term  
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.  
R2(config)# ip route 10.11.11.0 255.255.255.0 10.12.1.1
```

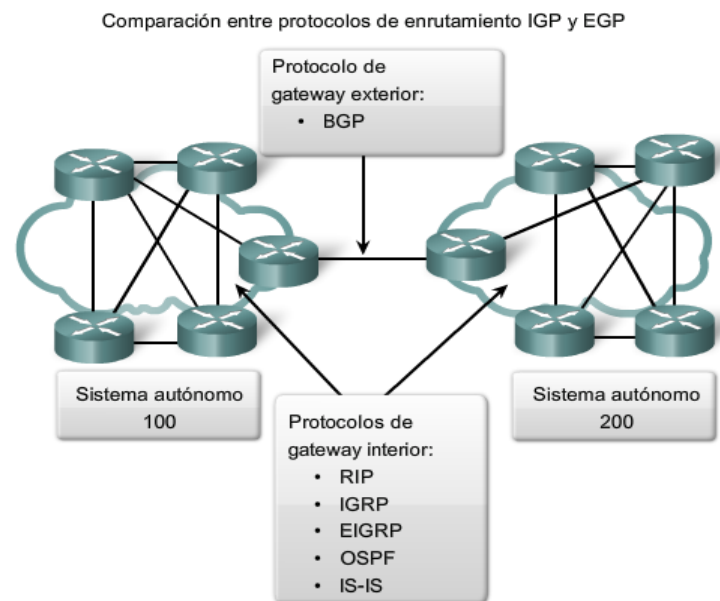
Conceptos Básicos: Ruta por Defecto o Predeterminada

- Rutas predeterminadas
 - Especifica la pasarela por defecto, que se utiliza cuando la tabla de enrutamiento no contiene una ruta hacia un destino
 - La dirección de red y la máscara de subred se especifican como 0.0.0.0 /0



7- Conceptos Básicos: Sistemas Autónomos

- **Internet** se basa en la interconexión de múltiples sistemas autónomos.
 - Un **sistema autónomo (AS)** es un conjunto de *routers* que se encuentran bajo una administración común (**dominio de enrutamiento**) y que utilizan políticas de seguridad y enrutamiento coherentes
 - En un entorno real, suelen corresponderse con las redes de las que disponen los proveedores de servicios de Internet, tanto finales como de nivel superior
 - Actualmente también es habitual encontrarlos en las redes de empresas que usa **bloques de direcciones IP independientes del proveedor**
- Debido a esto se utilizan dos tipos de protocolos de enrutamiento:
 - **Protocolos de Gateway Interior (IGP):**
Enrutamiento intra-AS (*routing* dentro de un AS)
 - **Protocolos de Gateway Exterior (EGP):**
Enrutamiento inter-AS (*routing* entre AS)



8- Enrutamiento Dinámico

- Los protocolos de enrutamiento se usan para facilitar el intercambio de información de rutas entre *routers*
- Entre las tareas que llevan a cabo los protocolos de enrutamiento dinámico se incluyen:
 1. Descubrir redes remotas
 2. Mantener la información de enrutamiento actualizada
 3. Escoger el mejor camino hacia la red de destino
 4. Encontrar un mejor camino alternativo si la ruta actual deja de estar disponible
- Los componentes principales de los protocolos de enrutamiento dinámico son:
 - **Estructuras de datos:** Tablas o bases de datos que se almacenan en RAM
 - **Mensajes del protocolo de enrutamiento:** Mensajes para descubrir *routers* vecinos, intercambiar información de *routing* y realizar otras tareas para descubrir la red y conservar información precisa acerca de ella
 - **Algoritmo:** Para facilitar información de enrutamiento y para determinar la mejor ruta

Función de los protocolos de enrutamiento dinámico

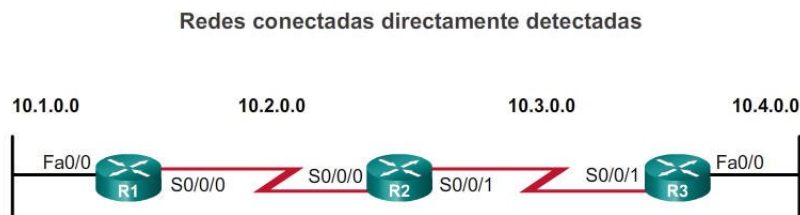
- **Ventajas** de los protocolos de enrutamiento dinámico
 - Comparten automáticamente la información sobre las redes remotas
 - Determinan la mejor ruta para cada red y agregan esta información a sus tablas de enrutamiento
 - En comparación con el enrutamiento estático, los protocolos de enrutamiento dinámico requieren menos sobrecarga administrativa
 - Ayudan al administrador de red a gestionar el proceso prolongado que implica configurar y mantener las rutas estáticas
- **Desventajas** de los protocolos de enrutamiento dinámico:
 - Dedicar parte de los recursos de los *routers* al funcionamiento del protocolo, incluso tiempo de CPU y el ancho de banda del enlace de red.

Funcionamiento de los Protocolos de Enrutamiento Dinámico

- En general, las operaciones de un protocolo de encaminamiento dinámico pueden describirse de la siguiente manera:
 1. El *router* **envía y recibe mensajes** de enrutamiento por sus interfaces.
 2. El *router* **comparte información** de enrutamiento mediante el intercambio de mensajes con otros *routers* que están usando el mismo protocolo
 3. Los *routers* **obtienen información** de enrutamiento sobre redes remotas
 4. Cuando un *router* detecta un **cambio de topología**, el protocolo de enrutamiento puede anunciar este cambio a otros *routers*

Ejemplo: Funcionamiento de RIP

- Arranque en frío



Red	Interfaz	Salto
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0

Red	Interfaz	Salto
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0

Red	Interfaz	Salto
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0

- R1 agrega a la información del protocolo de enrutamiento la red 10.1.0.0 disponible a través de la interfaz F0/0 y la 10.2.0.0 a través de la interfaz Serial 0/0/0.
- R2 añade la red 10.2.0.0 (Serial 0/0/0) y 10.3.0.0 (Serial 0/0/1)
- R3 agrega la red 10.3.0.0 (Serial 0/0/1) y 10.4.0.0 (FastEthernet 0/0)

Ejemplo: Funcionamiento de RIP

- Aprendizaje de rutas

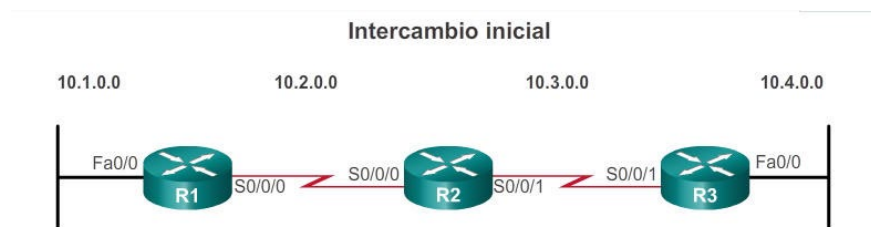


R1:

- Envía una actualización sobre la red 10.1.0.0 desde la interfaz serial 0/0/0.
- Envía una actualización de la red 10.2.0.0 desde la interfaz F0/0
- Recibe una actualización desde R2 de la red 10.3.0.0 con una métrica de 1.
- Almacena la red 10.3.0.0 en la tabla de enrutamiento con una métrica de 1.

Ejemplo: Funcionamiento de RIP

- Aprendizaje de Rutas



Red	Interfaz	Salto	Red	Interfaz	Salto	Red	Interfaz	Salto
10.1.0.0	Fa0/0	0	10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0
10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0	10.4.0.0	Fa0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1	10.1.0.0	S0/0/0	1	10.2.0.0	S0/0/1	1
			10.4.0.0	S0/0/1	1			

R2:

- Envía una actualización sobre la red 10.3.0.0 desde la interfaz serial 0/0/0
- Envía una actualización de la red 10.2.0.0 desde la interfaz serial 0/0/1
- Recibe una actualización desde R1 de la red 10.1.0.0 con una métrica de 1
- Recibe una actualización desde R3 sobre la red 10.4.0.0 con una métrica de 1
- Almacena ambas en la tabla de routing con una métrica de 1

Ejemplo: Funcionamiento de RIP

- Aprendizaje de Rutas



Red	Interfaz	Salto
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1

Red	Interfaz	Salto
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.1.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/1	1

Red	Interfaz	Salto
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/1	1

R3:

- Envía una actualización de la red 10.4.0.0 desde la interfaz serial 0/0/1.
- Envía una actualización de la red 10.3.0.0 desde la interfaz F0/0
- Recibe una actualización desde R2 sobre la red 10.2.0.0 con una métrica de 1
- Almacena la red 10.2.0.0 en la tabla de routing con una métrica de 1

Ejemplo: Funcionamiento de RIP

- Aprendizaje de Rutas



Routers que ejecutan RIP

- El siguiente paso es enviar actualizaciones de las redes conocidas por cada router
- Se actualizan las rutas respectivamente en cada router, sobre redes conocidas, redes nuevas y valores de métricas
- Si no se produce ningún cambio, la información de enrutamiento permanece igual que la creada en la fase inicial

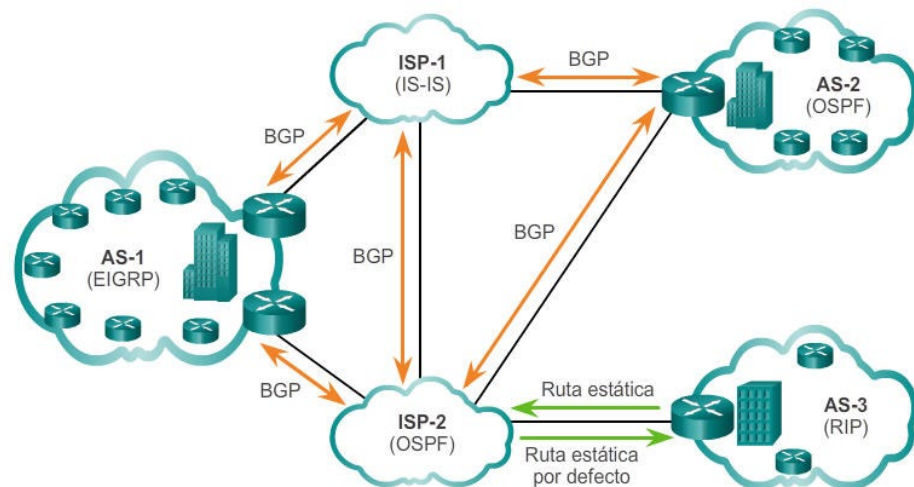
9. Cómo se logra la convergencia

- Se dice que “**la red converge**” cuando todos los routers tienen información completa y precisa sobre toda la red
 - El **tiempo de convergencia** es el tiempo que tardan los routers en compartir información, calcular las mejores rutas y actualizar sus tablas de routing
 - Una red no es completamente operativa hasta que ha convergido
- Las propiedades de convergencia incluyen la velocidad de propagación de la información de enrutamiento y el cálculo del camino óptimo
 - La velocidad de propagación se refiere al tiempo que tardan los routers dentro de la red en reenviar la información de routing
- Generalmente, los protocolos más antiguos, como RIP, tienen una convergencia lenta, mientras que los protocolos modernos, como EIGRP y OSPF, la realizan más rápidamente.

10- Clasificación de los Protocolos de Enrutamiento

- Internos (*Interior Gateway Protocol, IGP*): Comparten información de enrutamiento dentro del sistema autónomo
 - Toma de decisiones basada en métricas: N° de saltos, suma de coste de los enlaces, ancho de banda, retardos
 - **Vector – Distancia:** RIP, EIGRP
 - Algoritmo Bellman-Ford
 - Actualizaciones periódicas
 - Entornos reducidos
 - **Estado – Enlace:** OSPF, IS-IS
 - Algoritmo de Dijkstra
 - Actualizaciones generadas por eventos
 - Redes corporativas de tamaño mediano y grande
- Externo (*Exterior Gateway Protocol, EGP*): Comparte información de enrutamiento entre sistemas autónomos diferentes: BGP 4
 - Toma de decisiones basada en política

Comparación entre protocolos de routing IGP y EGP



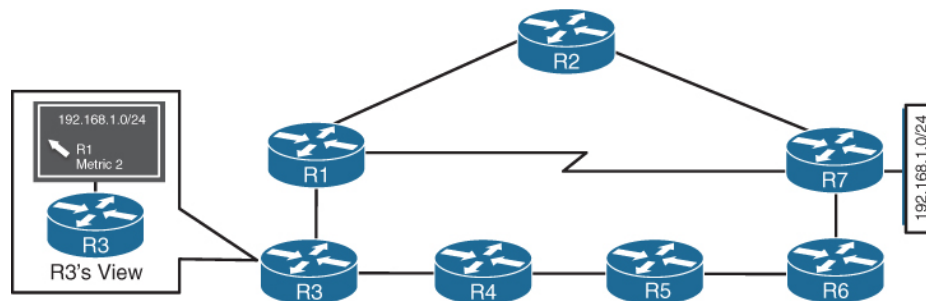
Protocolos de Enrutamiento con clase y sin clase

- **Los protocolos de enrutamiento con clase no envían información de la máscara de subred en las actualizaciones de enrutamiento**
 - Solo **RIPv1** e **IGRP** son protocolos con clase
 - Se asignan las direcciones de red según las clases (clase A, B o C).
 - **No** pueden proporcionar Máscaras de Subred de Longitud Variable (**VLSM**) ni Enrutamiento Entre Dominios Sin Clase (**CIDR**).
 - Generan problemas en las redes no contiguas.
- **Los protocolos de enrutamiento sin clase incluyen información de máscara de subred en las actualizaciones:**
 - Incluyen **RIPv2**, **EIGRP**, **OSPF** e **IS-IS**.
 - Admiten **VLSM** y **CIDR**.
 - Permiten trabajar con topologías de subredes discontinuas

1.1 Protocolos de Enrutamiento Vector - Distancia (parte siguiente -> 1.2)

- Los protocolos de enrutamiento vector distancia, como RIP, publican sus rutas como **vectores**: esto quiere decir que envían solo la distancia (cuantos pasos hay hasta el destino) y el siguiente salto (a que router enviar los datos para llegar allí)
 - La distancia es la métrica (coste), como, por ejemplo, el número de saltos
 - La IP del siguiente salto o la interfaz de salida es el vector que apunta al destino
- Cuando un router recibe información de enrutamiento de un vecino, la almacena en una base de datos de enrutamiento local y el algoritmo de vector distancia (como *Bellman-Ford* y *Ford-Fulkerson*) utiliza dicha información para encontrar el mejor camino sin bucles hacia el destino
- Los **protocolos vector distancia** utilizan routers como “indicadores” a lo largo de la ruta hacia el destino final

Esto último quiere decir que cada router solo sabe a quién tiene que pasarle el paquete (no conoce toda la ruta completa hasta destino)



Protocolos de Enrutamiento Vector - Distancia

El significado de vector distancia

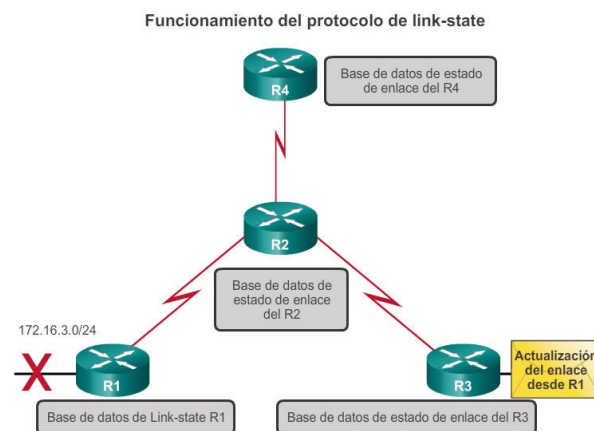


- Para R1, 172.16.3.0/24 está a un salto (distancia)
- Puede alcanzarse a través del R2 (vector).

- **IGPs Vector Distancia IPv4:**
 - **RIPv1:** Protocolo antiguo de primera generación
 - **RIPv2:** Protocolo de enrutamiento vector distancia simple
 - **EIGRP:** Versión mejorada del protocolo de enrutamiento vector – distancia de Cisco

12 Protocolos Estado-Enlace (parte 1.3)

- Los **protocolos de estado de enlace** tienen un funcionamiento similar al de tener un mapa completo de la topología de la red.
 - Los indicadores desde el origen a destino no son necesarios debido a que todos los routers de estado de enlace usan un mapa de la red idéntico
 - Un *router* de estado de enlace usa la información de estado de enlace para crear un mapa de la topología y seleccionar la mejor ruta hacia todas las redes de destino
- IGPs de Estado de Enlace:
 - **OSPF**: Protocolo muy popular basado en estándares IETF
 - **IS-IS**: Protocolo utilizado por los ISP para determinados servicios basado en la pila de protocolos OSI (no confundir con el Modelo OSI)



Los protocolos de estado de enlace reenvían actualizaciones cuando cambia el estado de un enlace.

Protocolos Estado-Enlace

- Un protocolo de enrutamiento de estado enlace **publica el estado del enlace** y la **métrica** de dicho enlace para cada una de sus conexiones y los routers directamente conectados a todos los routers OSPF de la red
- OSPF e IS-IS son dos protocolos de estado enlace
 - OSPF – redes corporativas – Envía LSAs
 - IS-IS proveedores de servicios – Envía LSPs
- Características:
 - Un *router* recibe una publicación de un vecino y la almacena en una BD de estado enlace (LSDB)
 - La información de estado enlace se publica a cada vecino exactamente igual que se ha recibido → Todos los routers tienen el mismo mapa de la red
 - Se aplica el algoritmo SPF (Dijkstra) en cada *router* cada vez que hay un cambio en la topología → Calcular la mejor ruta

